



BÜRGER-SOLAR-BERATUNG

WISSENSWERTES
ZU PHOTOVOLTAIK,
SPEICHER & Co.



Herausgeber:
Landkreis Erlangen-Höchstadt
Verein Energiewende ER(H)langen

Autor:
Johannes Kollinger, Herzogenaurach

Redaktion:
Hannah Reuter-Özer & Simon Rebitzer, Landkreis Erlangen-Höchstadt
1. Auflage 2019

Druck:
100 % Recyclingpapier

Stand:
Juni 2019

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung.....	5
Gute Gründe für eine PV-Anlage.....	5
Das leistet eine PV-Anlage.....	6
Anschaffungskosten einer PV-Anlage.....	7
Kosten für den Betrieb.....	8
Eignung des Daches für die PV-Anlage.....	8
Verfügbare Dachfläche und Belegung mit PV Modulen.....	9
Solarertrag.....	9
Verschattung.....	10
Eigenverbrauch und Einspeisung.....	10
Autarkiegrad.....	12
Batteriespeicher nutzen.....	12
Betrachtung der Wirtschaftlichkeit.....	14
Solares Laden von E-Fahrzeugen.....	15
Betrieb von Wärmepumpen mit PV-Anlage.....	18
Begrenzung der PV-Anlage auf 70 % der Peak-Leistung.....	20
Sicherheitsaspekte.....	22
PV-Notstrom-Betrieb bzw. PV-Insel-Betrieb.....	23
Wichtige Hinweise zum Bericht der Bürger-Solar-Beratung.....	24
Sonstige Informationen.....	25
Weiterführende Informationen im Internet.....	26
Hinweise zur Steuer.....	26
Checklisten für das Einholen und Beurteilen von Angeboten.....	28
Anhang: Preise für PV-Anlagen und Batteriespeicher.....	30

EINLEITUNG

Eine Photovoltaikanlage auf dem eigenen Haus hilft, das Klima zu schonen und zusätzlich Geld zu sparen.

Doch es ist nicht so einfach, all die technischen Details zu kennen und auch wirtschaftliche Aspekte zu betrachten.

Häufig ergibt sich eine Reihe von Fragen:

- Wieviel kostet denn eine PV-Anlage auf meinem Dach?
- Rechnet sich so eine Anlage?
- Wie groß sollte die Anlage sein?
- Ist es besser, auch einen Batteriespeicher zu installieren, um den Solarstrom auch nachts nutzen zu können?

Wir von der Bürger-Solar-Beratung Erlangen-Höchststadt wollen Ihnen mit einer Beratung diese Fragen beantworten und die Entscheidung für eine PV-Anlage erleichtern.

In diesem Heft werden allgemeingültige Informationen zusammengefasst, die für jede Photovoltaikanlage zutreffen. Für die auf Ihre Situationen zugeschnittene PV-Anlage wird ein individueller Bericht erstellt, der dann die genauen Daten hinsichtlich der Größe und Leistung der PV-Anlage, dem Ertrag, den Kosten und der Bilanz über einen längeren Zeitraum enthält.

GUTE GRÜNDE FÜR EINE PV-ANLAGE

Mit einer PV-Anlage wird zum einen regenerativer Strom erzeugt, zum anderen können die Kosten für die elektrische Energie, die im Haushalt gebraucht wird, verringert werden.

Durch die Nutzung des eigenen, erneuerbaren Stroms wird aktiver Klimaschutz betrieben, während gleichzeitig der Strombezug verringert wird und dadurch Kosten vermieden werden.

Es sind also diese zwei Vorteile, die häufig den Anstoß für die Anschaffung einer PV-Anlage geben.

Aus Sicht des Vereins Energiewende ER(H)langen e. V. ist der Klimaschutz durch den erneuerbaren Strom sehr wichtig, allerdings ist klar, dass auch die finanzielle Einsparung notwendig ist, damit möglichst viele Bürger im Landkreis eine PV-Anlage installieren.

Gute Information ist aber notwendig, damit die Fakten für den Bürger klar sind und er weiß, was eine PV-Anlage auf seinem Dach an Energie und finanzieller Einsparung bringt.

Daher bietet der Verein Energiewende ER(H)langen e. V. im Landkreis Erlangen-Höchststadt und der Stadt Erlangen die Bürger-Solar-Beratung an.

TIPP: Informieren Sie sich umfassend und fragen Sie den Berater hinsichtlich offenen Punkten. Falls der Berater eine Frage nicht beantworten kann (was durchaus einmal vorkommen kann), wird er sich bemühen, eine Antwort vom PV-Sachverständigen einzuholen.

DAS LEISTET EINE PV-ANLAGE

Generell gilt: je größer die PV-Anlage, desto mehr Leistung hat sie und desto größer ist auch der Solarertrag (unter sonst gleichen Bedingungen).

Die Leistung einer PV-Anlage hängt somit von der Größe (Fläche) und vom Material der Solarzellen ab.

Angegeben wird die Leistung in „Kilowatt_{peak}“ (kW_p). Sie gibt die Spitzenleistung an, die unter bestimmten definierten Bedingungen erreicht wird. Über diesen Wert können Sie verschiedene Module miteinander vergleichen.

Für eine Leistung von 1 kW_p wird eine PV-Fläche von $5 - 8 \text{ m}^2$ benötigt, d. h. für eine Leistung von 5 kW_p braucht es bei „Standardmodulen“ ca. 33 m^2 Dachfläche.

Je nach Herstellungsverfahren bzw. Kristallstruktur und Moduldicke weisen Module unterschiedliche Leistungen auf. Die Tabelle zeigt einige Angaben zu den häufig verwendeten Modulen mit den Abmessungen $1,68 \text{ m} \times 1 \text{ m}$.

Standardmodule				
Typ des PV-Modules	monokristallin	polykristallin	dünnschicht	
Leistung pro Modul	300	255	210	Wp
Fläche pro Modul	1,68	1,68	1,68	m^2
Leistung kW_p/m^2	0,179	0,152	0,125	kW_p/m^2
Flächen pro kW_p	5,6	6,6	8,0	m^2/kW_p

Hochleistungsmodule			
Typ des PV-Modules	monokristallin	polykristallin	
Leistung pro Modul	350	270	Wp
Fläche pro Modul	1,68	1,68	m^2
Leistung kW_p/m^2	0,208	0,161	kW_p/m^2
Flächen pro kW_p	4,8	6,2	m^2/kW_p

Je nachdem, wie viele Module installiert werden, ergibt sich die gesamte installierte Leistung.

Beispiel: Werden 10 Module mit je einer Leistung von 350 Wp installiert, erbringt die Anlage eine Leistung von $3,5 \text{ kW}_p$.

TIPP: Es ist ökologisch und ökonomisch sinnvoll, tendenziell eine größere PV-Anlage anzuschaffen, wenn ausreichend Fläche verfügbar ist. So können Sie mehr an erneuerbarer Energie erzeugen und sind bei steigenden Strompreisen etwas unabhängiger.

Eine Erweiterung zu einem späteren Zeitpunkt ist aufwendig und verschlechtert die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage. Die PV-Anlagen-Erweiterung entspricht dann aufgrund des Erneuerbaren Energie Gesetzes (EEG) einer Neuanlage, wofür Sie eine geringere Einspeisevergütung bekommen, da diese mit dem zunehmenden Ausbau von Erneuerbaren-Energien-Anlagen kontinuierlich sinkt.

ANSCHAFFUNGSKOSTEN EINER PV-ANLAGE

Die Kosten für PV-Anlagen sind in den letzten Jahren grundsätzlich stark gesunken. Zudem hängen die spezifischen Kosten (Euro pro kW_p) auch von der jeweiligen Situation ab

- So spielt die Größe der PV-Anlage eine erhebliche Rolle. Je größer die PV-Anlage, desto niedriger sind die spezifischen Kosten pro kW_p.
- Weiterhin haben die individuellen Bedingungen (z. B. schlecht zugängliches Dach, mehrere Dächer, lange oder schwierige Kabelverlegung, Funktionalität etc.) einen Einfluss auf die Kosten pro kW_p.

Bei mittlerem Installationsaufwand müssen Sie etwa mit folgenden Kosten rechnen:

Spitzenleistung	Preisspanne
2 kW _p	2.800 - 4.800 €
4 kW _p	5.400 – 9.200 €
6 kW _p	7.800 – 13.200 €
8 kW _p	10.000 – 16.800 €
10 kW _p	12.000 – 20.000 €

Stand: Februar 2019

Wichtige Hinweise:

Bei der angegebenen Preisspanne handelt es sich um Nettowerte.

Im Anhang finden Sie eine Grafik der Preise aus uns bekannten Angeboten und als Referenz die Kostenkurve, die von der Berliner Hochschule für Technik und Wirtschaft auf Basis bundesweiter Angebote ermittelt wurde.

Die in der Tabelle angegebenen Werte beziehen sich auf den Zeitraum September 2018 bis Februar 2019 und sind Erfahrungswerte. Da sie auf einer geringen Zahl von Angeboten beruhen, sind sie nur als Anhaltswerte zu nehmen. Bitte wenden Sie sich an einen Solarfachberater, um ein konkretes Angebot zu erhalten. Eine Liste mit lokalen bzw. regionalen Anbietern erhalten Sie bei uns.

Die Angaben beinhalten die PV-Module, Trägersystem, Montage, Verkabelung, Überspannungsschutz, Wechselrichter, Gerüst zur Montage und Netzanschluss.

TIPP: Der Preis einer PV-Anlage ist zwar ein wichtiges Kriterium, aber nicht allein ausschlaggebend. Die Qualität der Komponenten und eine gute, sichere Installation sind bei einer mehr als 20-jährigen Betriebsdauer ebenfalls sehr wichtig.

KOSTEN FÜR DEN BETRIEB

Für den Betrieb einer PV-Anlage fallen Kosten an, auch wenn sie relativ gering sind. Häufig rechnet man mit 1 % bis 2 % der Anschaffungskosten, die pro Jahr an Betriebskosten anfallen.

Die Betriebskosten setzen sich zusammen aus Wartung, Reinigung und Versicherung.

Nicht enthalten sind Kosten für größere Reparaturen (z. B. Austausch des Wechselrichters) und Steuern, da steuerliche Ausgaben und Einnahmen immer individuell betrachtet werden müssen (siehe Kapitel „Hinweise zur Steuer“ auf Seite 26).

Eine Steigerung der Betriebskosten über einen längeren Zeitraum ist in der Kostenrechnung nicht berücksichtigt.

Beispiel: Bei einer PV-Anlage mit Anschaffungskosten von 8.000 € ergeben sich jährliche Betriebskosten von 120 € bei 1,5 % der Anschaffungskosten. Auf 20 Jahre gerechnet ergeben sich Betriebskosten von 2.400 €.

EIGNUNG DES DACHES FÜR DIE PV-ANLAGE

Bevor Sie eine PV-Anlage installieren lassen, prüfen Sie bitte, ob sich das geplante Dach für eine solche Anlage eignet.

Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Ausrichtung der Dachfläche: nach Süden, alternativ auch nach Osten und Westen. Bei der Ausrichtung nach Osten oder Westen ist bei gleicher Fläche mit geringeren Erträgen zu rechnen, allerdings steht ggf. mehr Fläche zur Verfügung. Zudem wird die Ostfläche schon früh morgens und die Westfläche noch am Abend von der Sonne beschienen, sodass sich ein Ertrag über einen längeren Zeitraum und damit verbunden ein höherer Eigenverbrauchsanteil ergibt. Dies kompensiert die nicht optimale Ausrichtung.
- Optimal ist eine Dachneigung von ca. 35°. Aber auch andere Dachneigungen sind möglich und ergeben ausreichende Erträge. So ist z. B. für den Betrieb einer Wärmepumpe (die ja hauptsächlich in der Übergangszeit und im Winter genutzt wird), ein steileres Dach mit z. B. 50° sogar vorteilhaft.
- Das Dach sollte nicht zu alt sein, d. h. in den nächsten Jahren sollte möglichst keine Sanierung notwendig sein, damit vermeiden Sie zusätzliche Kosten.
- Das Dach muss das zusätzliche Gewicht von Montagegestell und Solarmodulen tragen können. Die Unterkonstruktion muss generell eine ausreichende Stabilität gegenüber Druck-(Schneelast) und Sogkräften (Windlast) aufweisen. Insbesondere bei flachen Dächern (Neigung kleiner 30°) treten Sogkräfte auf der dem Wind abgewandten Seite auf. Holen Sie ggf. die Expertise eines Statikers ein.
- Ist eine Blitzschutzanlage vorhanden, binden Sie bitte die PV-Anlage in das Schutzkonzept ein.

VERFÜGBARE DACHFLÄCHE UND BELEGUNG MIT PV-MODULEN

Um die Anzahl der Solarmodule und damit die elektrische Leistung und den Ertrag bestimmen zu können, müssen Sie wissen, wieviel Fläche für die PV-Anlage zur Verfügung steht und nutzbar ist.

Die Berater der Bürger-Solar-Beratung können die Dachfläche nicht ausmessen, da dies zu aufwendig und häufig auch zu gefährlich wäre. Bitte stellen Sie die Angaben zu den Abmessungen des Daches bereit, z. B. anhand von einem Plan des Gebäudes. Auch die Dachneigung sollte dem Berater mitgeteilt werden.

Falls keine Maße und kein Plan verfügbar sind, kann nur anhand der Anzahl an Dachziegeln und mittels Online-Geoinformationsdaten ein ungefähres Maß ermittelt werden.

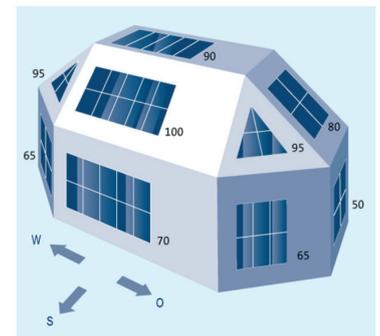
Auf Basis der Abmessungen der nutzbaren Fläche können die Berater ermitteln, wie viele PV-Module auf dem Dach installiert werden können. Sie achten dabei auf mögliche Einschränkungen durch Verschattung sowie auf die Einhaltung der Mindestabstände zum First, Ortgang und zur Traufe.

SOLARERTRAG

Die solaren Erträge pro Jahr sind abhängig vom Standort des Hauses, der Ausrichtung und Neigung des Daches und Verschattung. Daher sind diese Parameter individuell für die Ertragsberechnung zu ermitteln.

Im Landkreis Erlangen-Höchstadt ist von durchschnittlichen Erträgen von ca. 950 kWh/kW_p bei der in Mittelfranken optimalen Ausrichtung nach Süden und einer Dachneigung von 35° auszugehen (sofern keine Verschattung vorliegt).

Bei abweichender Ausrichtung und Neigung sind die Erträge geringer, so dass entsprechende Korrekturfaktoren zu verwenden sind. Das nebenstehende Diagramm zeigt grob diese „Gebäudefaktoren“ (in Prozent).



Quelle: Photovoltaik für Profis, Solarpraxis

Bei der optimalen Ausrichtung ergibt sich der Faktor 1 (= 100% des maximalen Ertrages).

Aber auch wenn das Dach nicht die optimale Ausrichtung und Neigung hat, wird in der Regel ein ausreichend solarer Ertrag erzielt um die Wirtschaftlichkeit zu erreichen.

Beispiel:

Eine PV-Anlage mit einer Leistung von 5 kW_p ist in Mittelfranken auf einem Dach installiert, welches eine Neigung von 30° hat und eine Ausrichtung von 40° nach Süd-Ost. Es ergibt sich ein Gebäudefaktor von 96% bzw. 0,96.

Somit errechnet sich:

Mittlerer Ertrag = Ertrag im Landkreis ERH * Leistung der Anlage * Gebäudefaktor

Mittlerer Ertrag = 950 kWh/kW_p * 5 kW_p * 0,96 = 4 560 kWh/a

Pro Jahr werden somit ca. 4.560 kWh/a an elektrischer Energie erzeugt. Dies ist ein Mittelwert, er ändert sich von Jahr zu Jahr in Abhängigkeit vom Wetter bzw. der Sonneneinstrahlung.

VERSCHATTUNG

Die Dachfläche sollte soweit möglich verschattungsfrei sein. Geringe Verschattungen im Winter zum Beispiel durch Nachbargebäude mindern den Ertrag in der Regel nur wenig.

Ständige Verschattungen (z. B. Straßenlampe, Satellitenantenne etc.) können jedoch erhebliche Ertrags- einbußen hervorrufen.

Bei Aufständigung auf einem Flachdach ist der Abstand der Reihen so zu wählen, dass sie sich nicht selbst verschatten. Der Abstand sollte ca. 4 – 6 mal der Höhe der aufgeständerten Module entsprechen.

Eine Verschattungsanalyse kann einen möglichen Minderertrag durch Verschattung ermitteln. Wenden Sie sich dafür am besten an einen Solarfachbetrieb, die Bürger-Solar-Beratung bietet dies nicht an.

Wenn eine teilweise Verschattung vorliegt, planen Sie die PV-Anlage am besten so, dass die Bereiche mit Verschattung zu einem String zusammengefasst werden.

Auch die Anordnung der Module und die Anzahl der Bypass-Dioden kann eine Rolle spielen.

Möglicherweise ist der Einsatz von sogenannten Leistungsoptimierern (Power Optimizer) möglich, um die Auswirkung einer lokal begrenzten Verschattung zu reduzieren.

EIGENVERBRAUCH UND EINSPEISUNG

Eigenverbrauch

Wird der mit der PV-Anlage erzeugte Strom selbst verbraucht, spricht man von Eigenverbrauch.

Dieser mit der PV-Anlage erzeugte und im Haushalt verbrauchte Strom führt dazu, dass weniger Strom vom Energieversorger bezogen werden muss, sodass sich die Kosten für den bezogenen Strom entsprechend verringern.

In der Regel wird nur ein Teil der selbst erzeugten Strommenge selbst verbraucht, da insbesondere im Sommer wesentlich mehr Strom erzeugt als im Haushalt verbraucht wird. Der Rest des selbst erzeugten Stromes wird ins Netz eingespeist und mit der Einspeisevergütung vom Netzbetreiber bezahlt.

Da die Kosten für den vom Energieversorger bezogenen Strom wesentlich höher sind als die Einspeisevergütung, ergibt sich insgesamt eine höhere Ersparnis beim Eigenverbrauch mit Überschusseinspeisung.

Ziel ist daher, einen möglichst hohen Anteil des benötigten Stromes mit der PV-Anlage selbst zu erzeugen.

Wie hoch die Eigenverbrauchsrate ist, hängt wesentlich vom Stromverbrauch im Haushalt und von der Leistung kW_p der PV-Anlage ab.

Der Stromverbrauch ist wiederum von der Nutzung der vorhandenen Elektrogeräte wie TV, Computer, Herd, Waschmaschine, Kühlschrank etc. abhängig. So wird in einem Haushalt mit vielen Personen und vielen Haushaltsgeräten in der Regel mehr Strom verbraucht als z. B. in einem Single Haushalt.

Der Eigenverbrauchsanteil ergibt sich aus:

Eigenverbrauchsanteil [%] = $\frac{\text{eigenverbraucher PV-Strom}}{\text{insgesamt erzeugter PV-Strom}}$

Der Eigenverbrauchsanteil ohne Batteriespeicher liegt bei verbrauchsoptimierten Anlagen typischerweise bei 20 – 30 %, bei verhältnismäßig großen Anlagen teilweise sogar noch darunter.

Wenn Sie eine Wärmepumpe für die Beheizung des Hauses nutzen oder häufig ihr E-Auto laden, kann der Eigenverbrauchsanteil wesentlich höher liegen. Auch die Nutzung eines Batteriespeichers erhöht den Eigenverbrauchsanteil, da ein Teil des tagsüber erzeugten Stromes z. B. nachts verbraucht werden kann.

Beispiel: Eine PV-Anlage erzeugt im Jahr 3 000 kWh an elektrischer Energie. Davon werden 1 000 kWh im eigenen Haushalt verbraucht und 2 000 kWh ins Netz eingespeist. Somit beträgt die Eigenverbrauchsrate 33 %.

Wenn der Strompreis 28 Ct/kWh für vom Energieversorger bezogenen Strom beträgt, ergibt sich eine Ersparnis von $1\,000 \text{ kWh} * 28 \text{ Ct/kWh} = 280 \text{ €}$.

Einspeisevergütung

Die Vergütung für den Strom, den der Besitzer einer PV-Anlage ins Stromnetz einspeist, ist über das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) geregelt.

Hier die für den Betrieb einer PV-Anlage mit einer Leistung unter 10 kW_p wichtigsten Fakten:

- Die Einspeisevergütung ist eine staatlich garantierte Förderung, die für die Einspeisung von erneuerbarem Strom gezahlt wird.
- Die Vergütung wird für 20 Jahre und die Monate von der Inbetriebnahme bis zum Jahresende des Inbetriebnahmejahres bezahlt.
- Beispiel: Zeitpunkt der Inbetriebnahme März 2019, Einspeisevergütung bis Dezember 2039.
- Die Höhe der Einspeisevergütung wird monatlich neu festgelegt und hängt vom Zubau der Photovoltaikanlagen in Deutschland ab.
- Die Einspeisevergütung hat sich in 2019 wie folgt entwickelt:
Januar 11,47 Ct/kWh, Februar 11,35 Ct/kWh, März 11,23 Ct/kWh, April 11,11 Ct/kWh, Mai 10,95 Ct/kWh, Juni 10,79 Ct/kWh, Juli 10,64 Ct/kWh, d. h. in den letzten drei Monaten ist die Einspeisevergütung um jeweils ca. 1,4 % gesunken. Es ist davon auszugehen, dass dies in den nächsten Monaten in gleicher Größenordnung erfolgt. Es ist allerdings auch möglich, dass sich dieser Wert in Abhängigkeit vom Zubau anders entwickelt.

Beispiel: Eine PV-Anlage wird im März 2019 in Betrieb genommen. Es gilt die Einspeisevergütung von 11,23 Ct/kWh. Werden 1 000 kWh eingespeist ergeben sich Einnahmen in Höhe von 112,30 €.

Hinweis: Von den Erträgen durch vermiedenen Netzbezug (Eigenverbrauch) und durch die EEG-Vergütung (Einspeisung) müssen die Kosten für Anschaffung (Kapitel „Anschaffungskosten einer PV-Anlage“) und Betrieb (Kapitel „Kosten für den Betrieb“) abgezogen werden, um die tatsächliche Ersparnis durch die PV-Anlage zu erhalten. Die Bilanzierung wird im Kapitel „Betrachtung der Wirtschaftlichkeit“ erläutert.

Im EEG ist eine Deckelung der Zahlung der Einspeisevergütung festgelegt. Wann die Deckelung wirksam wird ist vom Zubau an Photovoltaik in Deutschland abhängig. Derzeit wird erwartet, dass aufgrund dieser Deckelung die EEG Einspeisevergütung in 2021 ausläuft. Sollte diese Festlegung Bestand haben, sinkt die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage insbesondere im Bereich bis 10 kWp sehr stark. Es empfiehlt sich daher, eine PV-Anlage möglichst bald in Betrieb zu nehmen.

AUTARKIEGRAD

Eine weitere Größe, die häufig genannt wird, ist der Autarkiegrad. Er bezeichnet das Maß, in wie weit man seinen Stromverbrauch mit selbst erzeugtem PV-Strom decken kann und sagt damit aus, wie unabhängig man vom Strompreis ist (insbesondere bei zukünftigen Preiserhöhungen).

Er wird wie folgt errechnet: $\text{Autarkiegrad [\%]} = \frac{\text{eigenverbraucher Solarstrom}}{\text{Gesamtstromverbrauch}}$

Ein Autarkiegrad von 100 % bedeutet, dass der gesamte im Haus verbrauchte Strom auch selbst erzeugt wurde. Ein Anschluss an das Netz wäre dann überflüssig. Allerdings ist für 100 % Autarkie ein relativ großer Speicher und ein möglichst geringer Stromverbrauch notwendig, sodass dies i. d. R. unwirtschaftlich ist. Bei einer Berghütte mit einer großen Entfernung vom Stromnetz ist dies allerdings häufig sinnvoll, um die Kosten für den Netzanschluss zu sparen.

Wie bei der Eigenverbrauchsrate sind der Stromverbrauch im Haushalt und der Anteil von selbst erzeugtem Solarstrom maßgeblich. Zudem hat ein Batteriespeicher einen großen Anteil.

Beispiel: Ein Haushalt hat einen jährlichen Strombedarf von 4 000 kWh. Mit der PV-Anlage mit 5 kW_p werden pro Jahr 5 000 kWh an Solarenergie erzeugt.

Aufgrund der im Haus vorhandenen elektrischen Verbraucher werden von den 5 000 kWh an Solarenergie 1 500 kWh selbst verbraucht, 3 500 kWh werden eingespeist.

Eigenverbrauch = selbst verbrauchter Solarstrom/erzeugter Solarstrom

Der Eigenverbrauchsanteil beträgt damit somit $1\,500\text{ kWh}/5\,000\text{ kWh} = 0,3$ bzw. 30 %.

Die Autarkie beträgt in diesem Beispiel $1\,500\text{ kWh}/4\,000\text{ kWh} = 0,37$ bzw. 37 %.

Wird ein Batteriespeicher mit Energiemanagement eingesetzt kann der Autarkiegrad auf z. B. 60 % steigen.

BATTERIESPEICHER NUTZEN

Der Anteil des Eigenstromverbrauchs am Solarstrom hängt von vielen Faktoren ab (Ertrag der PV-Anlage, Stromverbrauch, Verteilung des Stromverbrauchs über den Tag).

Um den Eigenverbrauchsanteil zu erhöhen kann ein Batteriespeicher eingesetzt werden. Damit kann die tagsüber mit Hilfe der Sonne gewonnene Energie gespeichert werden und z. B. nachts oder an einem verregneten Tag genutzt werden, sodass insgesamt weniger Strom vom Netz bezogen werden muss.

Je nach Größe der PV-Anlage, des Batteriespeichers und je nach Stromverbrauch ergibt sich am Ende eines Tages und auch über Jahr betrachtet eine Bilanz aus eingesparten Bezugskosten für den Eigenverbrauch, Kosten für bezogenem Strom und Einspeisevergütung für eingespeisten Strom. Diese Situation ändert sich von Tag zu Tag. Im Sommer ist der solare Ertrag über den Tag so hoch, dass der Speicher „vorzeitig“ vollgeladen ist und ein Überschuss eingespeist werden muss. Im Winter bei niedrigem Solarertrag wird der Speicher oft nicht vollgeladen, sodass mehr Strom aus dem Netz bezogen werden muss.

Natürlich sind die Investitionskosten je nach Leistung der PV-Anlage und Speicherkapazität des Speichers unterschiedlich hoch, sodass erst die Bilanz über einen langen Zeitraum (z. B. 20 Jahre) aussagt, ob die Anschaffung einen finanziellen Ertrag erwirtschaftet hat und wie hoch der Ertrag ist.

Bei deutlich zu groß ausgelegten Batteriespeichern kann es auch zu einem Verlust kommen. Aufgrund der hohen Kosten für einen Batteriespeicher verschlechtert sich das wirtschaftliche Ergebnis der PV-Anlage. Die Kosten für den Batteriespeicher können häufig nicht durch den höheren Eigenverbrauch kompensiert werden.

Bitte achten Sie darauf, dass die kWh Abgabe der Speicherkapazität den wirklich nutzbaren kWh entspricht. Die nutzbare Speicherkapazität errechnet sich aus der Speicherkapazität abzüglich der Ladeverluste und Entladeverluste.

Die Kapazität nimmt im Laufe der Jahre ab. Ggf. ist der Speicher nach 6 000 bis 7 000 Zyklen zu ersetzen. Je nach Nutzung kann dies nach 12 bis 13 Jahren notwendig sein, eventuell aber auch erst später.

Beispiel: Mit einer PV-Anlage wird an einem sonnigen Sommertag ein Solarertrag von 12 kWh erzielt.

Der Stromverbrauch in diesem Haushalt beträgt an diesem Tag 10 kWh, wobei 6 kWh tagsüber und 4 kWh nachts verbraucht werden.

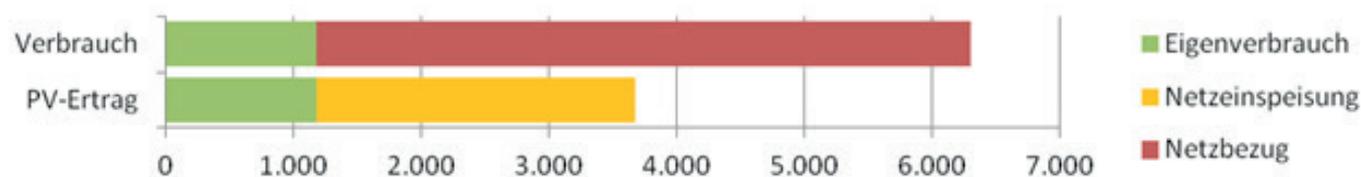
Wenn der Besitzer keine Batterie hat, werden tagsüber mindestens 4 kWh ins Netz eingespeist und mit ca. 11 Ct/kWh vergütet.

Ist dagegen eine Batterie vorhanden, können diese 4 kWh darin gespeichert werden und müssen nicht ins Netz eingespeist werden. Stattdessen werden sie nachts aus der Batterie und nicht aus dem Netz bezogen, sodass die Kosten für den Netzbezug entfallen.

Über das Jahr gesehen ergibt sich bei einer PV-Anlage ohne und mit Batteriespeicher folgende Bilanz:

Bilanz PV-Strom ohne und mit Batteriespeicher:

Ohne Batteriespeicher



Quelle: Eigene Darstellung

Mit Batteriespeicher



Quelle: Eigene Darstellung

Es ist erkennbar, dass bei der PV-Anlage mit Batteriespeicher der Netzbezug wesentlich geringer ist. Die Kosten hierfür werden durch die Batterie vermieden, allerdings sind in einer Gesamtbilanz die Investitionskosten für die Batterie zu berücksichtigen.

Im folgendem Kapitel wird auf die Wirtschaftlichkeit genauer eingegangen.

BETRACHTUNG DER WIRTSCHAFTLICHKEIT

Die Wirtschaftlichkeit ist von vielen Faktoren abhängig. Diese sind u. a.

- Kosten der PV-Anlage u. ggf. Speicherbatterie (Anschaffung und Betrieb)
- Eigenverbrauchsanteil / Autarkiegrad vs. Einspeiseanteil
- Strompreisentwicklung in den kommenden 20 Jahren
- Eventuell auftretende Defekte

Die ermittelten Angaben zur Wirtschaftlichkeit sind daher nur als Richtwert zu betrachten.

Je nach individueller Situation ergibt sich eine mehr oder weniger gute Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage mit oder ohne Batteriespeicher.

Im Beratungsbericht ist dies ausführlich dargestellt, sodass Sie eine Entscheidung treffen können, ob eine PV-Anlage und ggf. ein Batteriespeicher installiert werden sollten und welche Dimensionierung jeweils geeignet ist.

Generell ist es so, dass zurzeit eine PV-Anlage ohne Batteriespeicher eine Rendite im Bereich von 2,8 % bis 5 %, in einigen Fällen auch bis zu 7 % erreichen kann. Dies erfolgt aufgrund des Eigenverbrauchs und der damit vermiedenen Strombezugskosten.

Mit einem Batteriespeicher kann die Eigenverbrauchsrate wesentlich erhöht werden und somit auch die Strombezugskosten erheblich gesenkt werden.

Allerdings ist ein Batteriespeicher je nach Kapazität entsprechend teuer, sodass die Kombination aus PV-Anlage und Batteriespeicher wesentlich teurer wird als die PV-Anlage ohne Speicher. Dies führt häufig dazu, dass die Rendite über 20 Jahre sinkt, obwohl der Eigenverbrauch steigt.

Derzeit liegt die Rendite einer PV-Anlage mit Batteriespeicher bei bis zu 4 %.

Unter ungünstigen Bedingungen (beispielsweise einen sehr großen Speicher) kann die Rendite sogar negativ werden.

Beispiel für die Bilanz einer PV-Anlage mit und ohne Speicher:

	ohne Speicher	mit Speicher	
Gesamtkosten über 20 Jahre	10.192	19.552	€
Erträge nach 20 Jahren	18.133	25.443	€
Bilanz (Erträge – Kosten) über 20 Jahre	7.941	5.891	€
Gewinn pro Jahr	397	295	€
Gewinn pro Jahr in Prozent der Gesamtkosten über 20 Jahre	3,9 %	1,5 %	

Basis: Stromverbrauch 7.500 kWh/a, PV-Anlage 4,9 kW_p, PV-Anlagenpreis 1.600 €/kW_p, Batteriespeicher 6,0 kWh, Preis Batteriespeicher 1.200 €/kWh, 2% Strompreissteigerung pro Jahr

Wie ersichtlich ist, sinkt der Gewinn pro Jahr bei der PV-Anlage mit Speicher. Je nach Entwicklung des Strompreises kann dies allerdings auch anders aussehen, sodass sich die Wirtschaftlichkeit eines Batteriespeichers verbessert. Doch dies kann niemand voraussehen.

Bedenken Sie auch, dass es nicht nur auf die Wirtschaftlichkeit allein ankommt. Sie kaufen mit der PV-Anlage auch ein Stück Unabhängigkeit von Strompreissteigerungen und nutzen regenerativ erzeugten Strom.

SOLARES LADEN VON E-FAHRZEUGEN

Strombedarf eines E-Autos

Je nach Auto (und Fahrweise) werden ca. 12 – 20 kWh elektrische Energie für 100 km Fahrstrecke gebraucht. Folgende Tabelle gibt einen kleinen Überblick für verschiedene Fahrzeuge:

Fahrzeugtyp	Kleinwagen	Kompaktwagen	Oberklasse, SUV, Van
Beispiele	Smart E, Peugeot ion, BMW i3, VW eUp	Renault Zoe, VW E Golf, Nissan leaf, Hyundai Ionic, Ford Focus Electric	Tesla S60, S90, Mercedes B250e
Strombedarf (ca.)	12 kWh/100 km	15 kWh/100 km	18 kWh/100 km

Je nach gefahrener Strecke pro Jahr wird eine entsprechende Strommenge benötigt.

Beispiel: Ein Kompaktwagen mit einer jährlichen Fahrleistung von 10 000 km benötigt ca. 1 500 kWh an Strom pro Jahr.

Theoretisch kann die PV-Anlage diese Menge an benötigtem Strom erzeugen. Damit trägt der Stromverbrauch für das Laden der Autobatterie zur Erhöhung des Eigenstromanteils und somit einer höheren Wirtschaftlichkeit bei. Je nach Ladeverhalten bzw. -möglichkeit gelingt dies mehr oder weniger gut.

Eigenverbrauch: Ladezeitpunkt und Ladeort

Um beurteilen zu können, welchen Einfluss das Laden des E-Mobiles auf den Eigenstromverbrauch hat, sollte abgeschätzt werden, wie häufig das Auto zu Hause geladen wird.

Es kann sein, dass das Fahrzeug häufig tagsüber nicht zu Hause steht und somit abends oder nachts geladen werden muss. Somit kann der Ladestrom nur dann zu einer Erhöhung des Eigenstromverbrauchs der PV-Anlage beitragen, wenn zusätzlich ein Batteriespeicher vorhanden ist.

Beispiel: Ein Fahrzeug, das hauptsächlich für die Fahrt zur Arbeit genutzt wird und auch an der Arbeitsstelle geladen werden kann, wird eventuell nur 20 % zu Hause geladen. Das bedeutet, dass selbst im Optimalfall maximal 20 % der benötigten Strommenge zu Erhöhung des Eigenstromverbrauchs beitragen kann.

Leistung der PV-Anlage

Weiterhin ist zu beachten, dass je nach max. Leistung der PV-Anlage (kW_p) die zur Verfügung stehende Leistung selbst bei Sonnenschein nicht ausreicht, um die Autobatterie mit maximal möglicher Ladeleistung zu laden.

Beispiel: Nehmen wir eine PV-Anlage mit einer Spitzenleistung von $9 kW_p$. Im täglichen Betrieb erreicht die PV-Anlage selbst bei voller Sonneneinstrahlung häufig nur eine verringerte Leistung von z. B. 8 kW. Wird nun mit einer Wallbox geladen, welche eine Ladeleistung von 11 oder gar 22 kW nutzt, wird ein Teil des Stromes somit aus dem Netz und nicht aus der PV-Anlage entnommen. Nur bei geringen Ladeleistungen kann die gesamte Energie aus der PV-Anlage genommen werden. Dies verursacht dann entsprechend lange Ladezeiten.

Werden zusätzlich noch elektrische Geräte im Haushalt gleichzeitig genutzt (z. B. Spülmaschine, Waschmaschine oder Trockner), kann es noch schwieriger sein, die Energie für das Laden der Autobatterie möglichst mit regenerativem Strom aus der PV-Anlage zu decken. Aus diesem Grund macht es Sinn, ein Lademanagement zu nutzen, mit dem die Ladeleistung abhängig von der zur Verfügung stehenden Leistung der PV-Anlage geregelt wird.

Lademanagement

Ziel: Die Batterie des Autos mit PV-Strom laden, wenn Solarstrom zur Verfügung steht und nicht (komplett) im Haus gebraucht wird.

Realisierung:

Prinzipiell müssen für das Lademanagement zwei Funktionen realisiert werden:

1. Messen des zur Verfügung stehenden Stromes (Monitoring)
2. geregeltes Laden der Autobatterie

Diese Funktionen werden u.a. durch sog. Energiemanager verschiedener Hersteller geboten, die Sie optional bzw. zusätzlich zur PV-Anlage erwerben können.

Zu empfehlen sind Systeme, die mit offenen Systemarchitekturen wie der OCPP-Technologie (Open Charge Point Protocol) arbeiten. Diese etabliert sich zunehmend als Standard für das Laden von Elektrofahrzeugen. Durch das typenoffene Ladeprotokoll wird die Kompatibilität mit allen gängigen Ladesäulen gewährleistet. Insgesamt ist die Branche noch sehr jung, wodurch sich die Preise tendenziell laufend nach unten entwickeln und mehr Anbieter auf den Markt drängen.

Nutzung der Autobatterie als Speicher für den PV-Strom: Bidirektionales Laden

Soll die Batterie des Fahrzeugs als Zwischenspeicher für den PV-Strom dienen, muss das Fahrzeug fähig sein, bidirektional zu laden. So fließt der Strom aus der PV-Anlage in die Autobatterie und zu einem späteren Zeitpunkt (z. B. nachts) wieder aus der Batterie ins Haus. So kann er dort im Haushalt z. B. für das Licht, Fernseher etc. genutzt werden.

Voraussetzung ist, dass sowohl das Fahrzeug als auch die Ladestation bidirektionales Laden unterstützen müssen. Nur wenige Fahrzeuge sind derzeit in der Lage, bidirektional zu laden.

Als Beispiele seien der Nissan Leaf, Mitsubishi (ausgewählte Modelle), der Peugeot iON sowie der Citroën C-Zero genannt. Bei den Ladesäulen bzw. Wallboxen gibt es derzeit nur wenige, die bidirektionales Laden unterstützen. Zudem sind diese meist recht teuer.

Weiterhin ist für diesen Fall ein Lademanagement sinnvoll, das auch bidirektionales Laden managen kann. Natürlich wäre auch ein rein manuelles Laden und Entladen der Autobatterie möglich, hier müsste aber häufig eingegriffen werden, um den richtigen Ladezustand zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung zu haben. Schließlich soll das Fahrzeug mindestens so weit geladen sein, dass die nächste Fahrt auch ohne Probleme (d. h. ohne leeren Akku) vorgenommen werden kann.

Dies alles gilt es zu bedenken, wenn die PV-Anlage, der Haushalt und das Auto miteinander verknüpft und der Strom vom Dach auch einigermaßen komfortabel und trotzdem effektiv genutzt werden soll.

Hinweis: Wird die Batterie des Autos sehr häufig als Speicher für den Haushalt genutzt, erhöht sich die Anzahl der Ladezyklen. Dadurch kann die max. Fahrstrecke und letztendlich die Lebensdauer der Batterie sinken.

TIPP: Achten Sie bei der Auswahl der PV-Anlage darauf, dass ein Energiemanagement beinhaltet ist oder optional dazu bestellt werden kann. Berücksichtigen Sie bitte zudem, dass sowohl die Ladestation als auch das E-Fahrzeug bidirektionales Laden beherrschen müssen. Auf jeden Fall sollte man sich umfassend informieren, was diesbezüglich mit dem geplanten Fahrzeug und der PV-Anlage möglich ist. Wer auf Nummer Sicher gehen will, sollte sich diese Funktion garantieren und möglichst auch einmal am praktischen Beispiel demonstrieren lassen.

Auch Fragen der Sicherheit und die rechtliche Situation hinsichtlich des bidirektionalen Ladens sollte vor Installation der Wall Box geklärt sein.

BETRIEB VON WÄRMEPUMPEN MIT PV-ANLAGE

Eine Wärmepumpe zur Beheizung des Hauses stellt insbesondere im Winter einen großen Verbraucher dar.

Ziel ist daher, die Wärmepumpe soweit möglich mit PV-Strom zu versorgen um den selbst erzeugten Strom zu nutzen, den Eigenverbrauchsanteil zu erhöhen und den Bezug von teurem Strom aus dem Netz zu vermeiden. Zudem ist es auch besser, regenerativ erzeugten Strom zu nutzen als den Strom aus dem Netz, der teilweise aus fossilen oder atomaren Energieformen stammt. In der Regel kann eine PV-Anlage eine Wärmepumpe nicht komplett mit Strom zu versorgen, da die Leistung der PV-Anlage im Winter aufgrund der Sonneneinstrahlung und des kürzeren Tageslichtes zu gering ist und weitere elektrische Verbraucher im Haushalt mit Strom versorgt werden müssen.

Die Wärmepumpe sollte mit einem Pufferspeicher betrieben werden um den Stromüberschuss an einem Tag thermisch zu speichern. Insbesondere wenn die PV-Anlage ohne Batteriespeicher betrieben wird, sollte dieser Pufferspeicher durchaus ein Volumen von 600 bis 800 Liter haben. Sinnvoll können auch ein 300 Liter Speicher für Warmwasser (höhere Temperaturen von ca. 60° C) und ein zweiter Speicher mit 300 bis 400 Liter Volumen für die Flächenheizung (niedrigere Temperaturen von ca. 30° C) sein.

Der Anlaufstrom einer Wärmepumpe kann relativ hoch sein. Daher ist es sinnvoll, eine Inverter-Wärmepumpe einzusetzen. Diese fährt langsamer hoch, somit ist der Anlaufstrom geringer. Auch bei niedriger Sonneneinstrahlung, aber nicht zu geringen Außentemperaturen kann eine Inverter-Wärmepumpe langsamer laufen, sodass die Sonneneinstrahlung besser genutzt wird und Sie weniger Strom aus dem Netz beziehen müssen.

Die PV-Anlage sollte also die Wärmepumpe versorgen können, bei gleichzeitiger Nutzung des etwas kostengünstigeren Wärmepumpentarifs. Das ist mit der standardmäßigen Verschaltung der Zähler (Parallelschaltung: Haus und Wärmepumpe werden getrennt versorgt) nicht möglich. Hierzu ist als Messkonzept eine sogenannte Wärmepumpen-Kaskaden-Schaltung notwendig. Wenn die PV-Anlage beim Netzbetreiber angemeldet wird, sollte gleich geklärt werden, ob sich diese Wärmepumpen-Kaskaden-Schaltung auch bei installieren lässt und welche Kosten dafür anfallen.

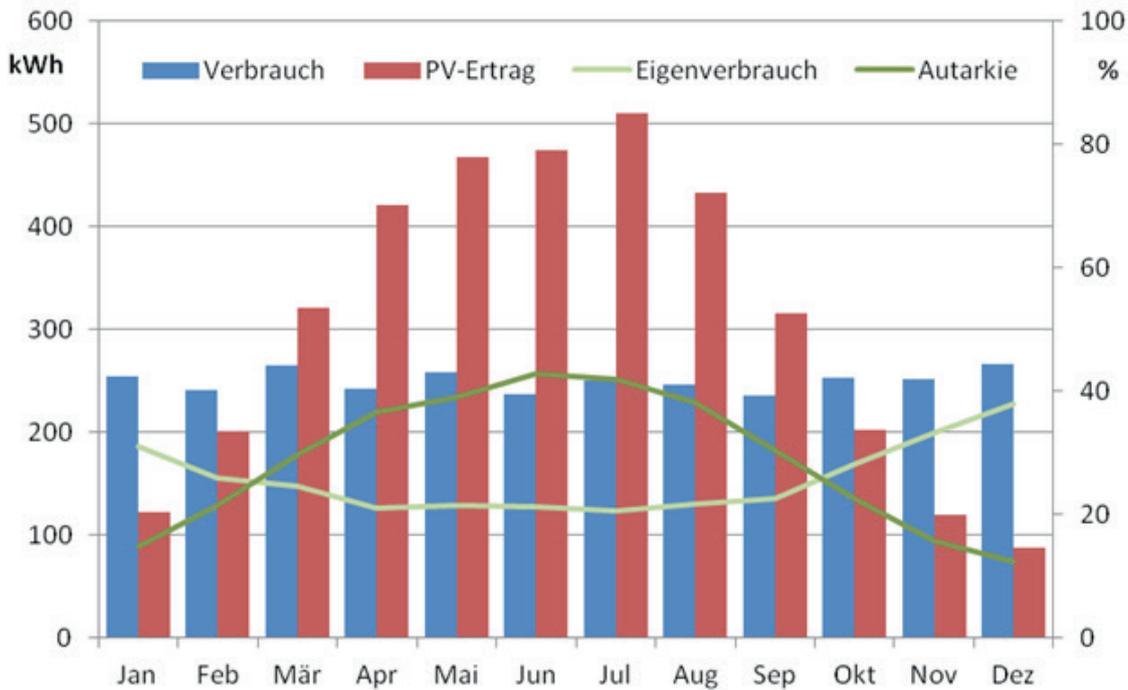
Ist dies möglich (siehe nächstes Kapitel), sollte die Steuerung der PV-Anlage auf die Wärmepumpe zugreifen können. Dazu ist ein Energiemanagement der PV-Anlage notwendig, das der Wärmepumpe über ein Signal mitteilt, wann ausreichend Strom zur Verfügung steht. Fragen Sie daher auch den PV-Anlagen-Anbieter, ob er eine Steuerung und eine Verschaltung mit anbietet, womit sich Ihr Wärmepumpentyp steuern lässt und welche Zusatzkosten das nach sich zieht.

Dann könnte insbesondere im Sommer die Warmwassererzeugung bevorzugt in der Zeit stattfinden, in der genügend PV-Ertrag vorhanden ist. Eventuell können Sie dadurch eine Wirkleistungsbegrenzung (siehe nachfolgendes Kapitel) vermeiden.

Hat man schon eine intelligente Steuerung (Energiemanagement), dann kann man damit eventuell auch andere Verbraucher steuern: Waschmaschine, Trockner, Spülmaschine (z. B. über Funksteckdosen). Bitte fragen Sie die Anbieter ebenfalls nach solchen Lösungen.

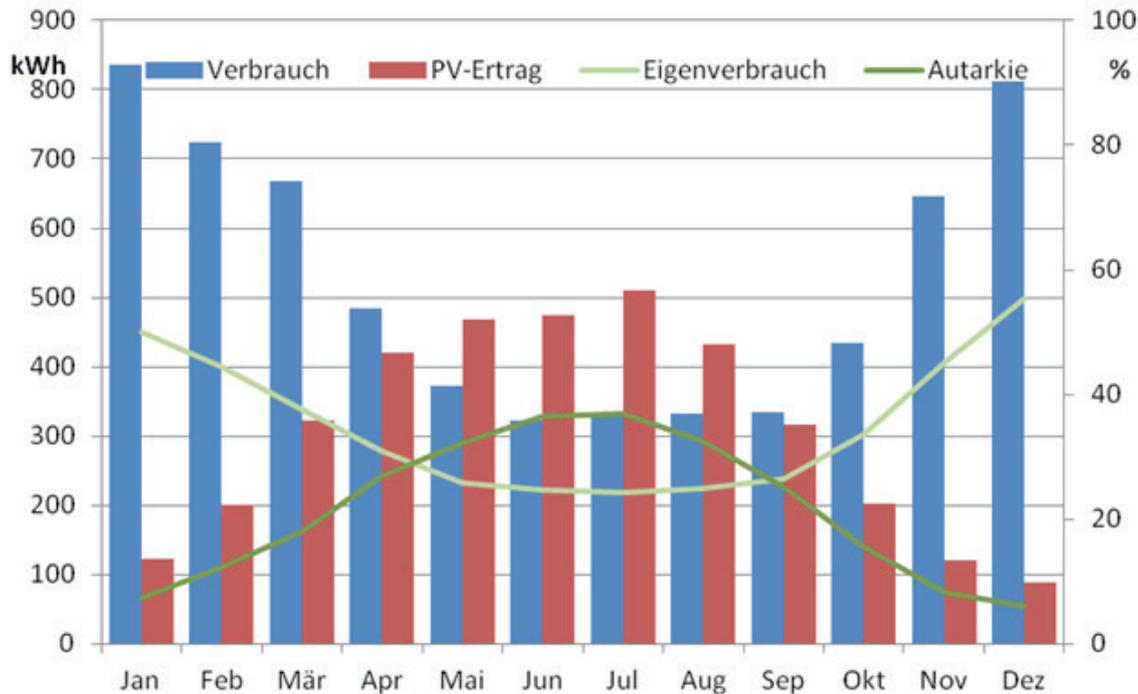
Beispiele zur Nutzung einer PV-Anlage mit und ohne Wärmepumpe:

Ohne Wärmepumpe:



Quelle: <http://www.eigenverbrauchsrechner.ch/Expertenmodus.aspx>

Mit Wärmepumpe:



Quelle: <http://www.eigenverbrauchsrechner.ch/Expertenmodus.aspx>

Die Grafiken zeigen die Aufteilung von Verbrauch und PV-Ertrag auf die Monate.

BEGRENZUNG DER PV-ANLAGE AUF 70 PROZENT DER PEAK-LEISTUNG

Beim Einholen von Angeboten bitte beachten, dass seit 2013 für neue PV-Anlagen folgende Regelung gilt:

- neue PV-Anlagen müssen am Einspeisemanagement teilnehmen. Das bedeutet, dass ein entsprechender Rundsteuerempfänger installiert wird, was wiederum Kosten verursacht.
- alternativ darf die PV-Anlage nicht mehr als 70 % der Peak-Leistung in das Netz einspeisen. Dazu wird eine Wirkleistungsbegrenzung eingesetzt.

Häufig wird daher bei Anlagen mit max. 10 kW_p die Lösung gewählt, dass die Leistung der PV-Anlage auf 70 % begrenzt wird. Mit der Wirkleistungsbegrenzung wird der eingespeiste Solarstrom soweit geregelt, dass die vorgeschriebene Einspeiseleistung nicht überschritten wird. Die meiste Zeit des Jahres wird die 70 %-Grenze allerdings nicht erreicht.

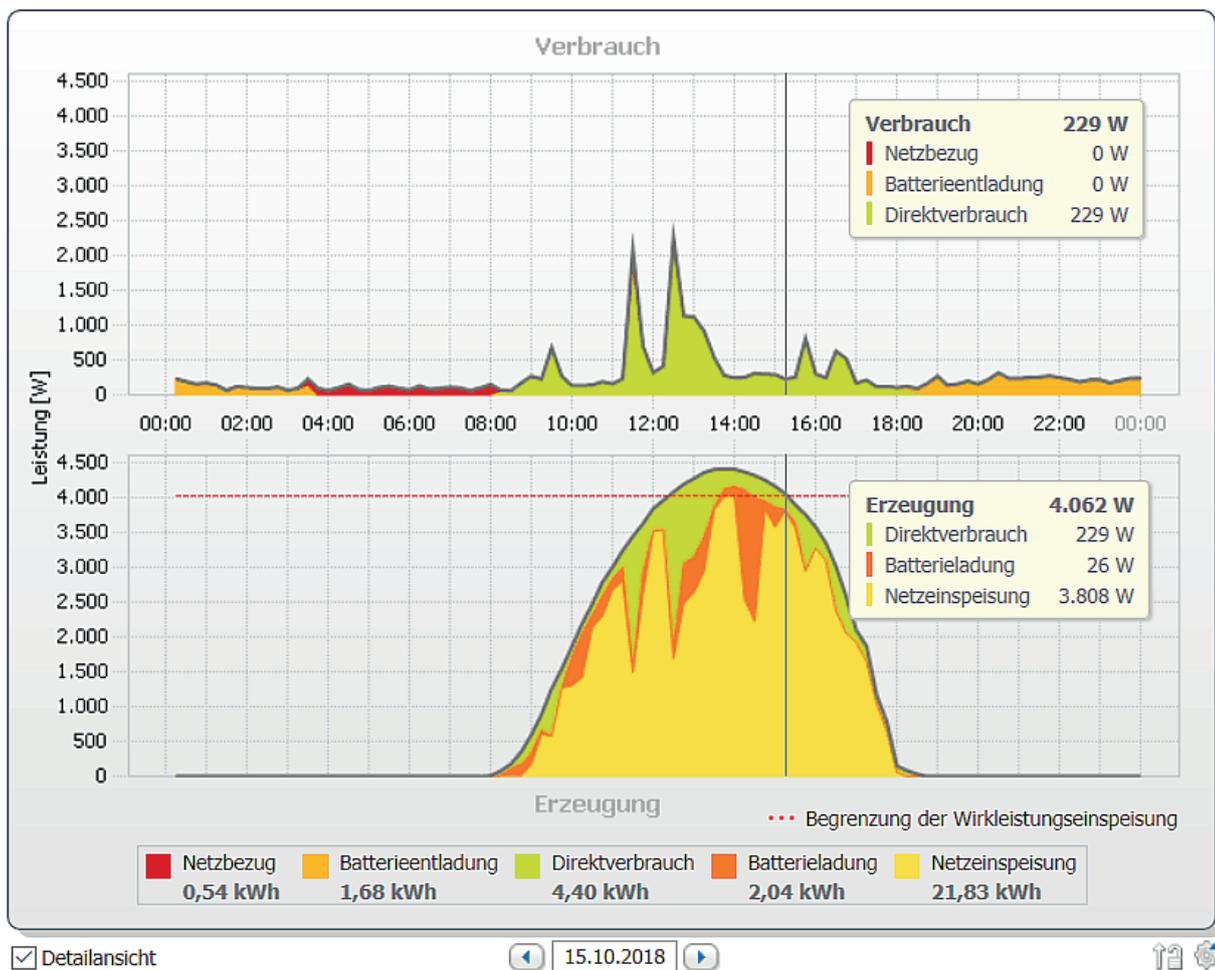
Dies kann einen Verlust von ca. 3 % bis 8 % des Anlagenertrages bedeuten. Wieviel das jedoch ist, hängt von jedem Einzelfall ab.

Eine Abregelung tritt nur an sehr guten Sonnentagen und bei optimal ausgerichteter Anlage auf. Je nach Anlagenkonfiguration (Himmelsrichtung, Dachneigung) ist dies mehr oder weniger oft der Fall. Bei einer Ost-West-Ausrichtung einer PV-Anlage wird die Einspeisung in der Regel überhaupt nicht begrenzt, da durch die Ost- bzw. West- Ausrichtung ein Teil weniger beschienen und die Leistung daher generell geringer ist, als wenn alle Module nach Süden ausgerichtet wären.

Wenn die Wirkleistung am Netzeinspeisepunkt gemessen wird, wird der im Haus selbst verbrauchte Strom nicht erfasst, sodass die 70 % Grenze häufig unterschritten wird, auch wenn es eine sehr gute Sonneneinstrahlung gibt.

Achten Sie darauf, dass die **Wirkleistung am Netzeinspeisepunkt** gemessen wird, da ansonsten der Wechselrichter so eingestellt werden muss, dass er nicht mehr als 70 % der Peak-Leistung abgibt. Die PV-Anlage wird dann trotz der durch Eigenverbrauch verminderten Einspeiseleistung „zusätzlich“ begrenzt.

In der untenstehenden Grafik ist zu erkennen, dass in der Zeit von etwa 12:30 Uhr bis 15:30 Uhr die PV-Leistung höher war als 70 % der Peak-Leistung (gestrichelte rote Linie). Eigenverbrauch (grün) und Ladung der Batterie (orange) bewirken, dass die eingespeiste Leistung (gelb) trotzdem die 70 %-Grenze nicht überschreiten.



Quelle: Sunny Portal Professional

Weiterhin macht es Sinn, Geräte möglichst dann einzuschalten, wenn die Sonne stark scheint und die Gefahr des Überschreitens der 70 %-Grenze besteht. Am besten schauen Sie sich den typischen Verlauf der Leistung über den Tag an, um ein Gefühl dafür zu bekommen, wann die Überschreitung der Leistungsgrenze am wahrscheinlichsten ist. Bei einer mehr nach Osten ausgerichteten Anlage ist die Gefahr eher am Morgen, bei einer nach Westen eher am Abend gegeben.

Anhand der Erkenntnis können Sie dann gezielt Geräte einschalten. Mit einem Batteriespeicher, einer Wärmepumpe oder einem E-Auto können Sie den Strom gezielt dann nutzen, wenn die Einstrahlung am höchsten ist.

Ein entsprechendes, intelligentes Energiemanagement führt dies größtenteils automatisch durch, sodass Ihre Anlage wesentlich seltener abgeregelt wird.

SICHERHEITASPEKTE

Eine PV-Anlage stellt elektrische Energie mit erheblicher Leistung auf einem hohen Spannungsniveau bereit. So werden PV-Anlagen mit einer Spannung von bis zu 1.000 Volt betrieben, was bei unsachgemäßem Betrieb oder Defekten ein erhebliches Gefährdungspotential beinhaltet. Wird ein Batteriespeicher betrieben, erhöht sich das Gefährdungspotential noch.

Trotzdem können Sie eine PV-Anlage mit oder ohne Batteriespeicher sicher betreiben, wenn Sie die sicherheitstechnischen Regeln einhalten.

Hier einige Punkte, auf die Sie als Betreiber der PV-Anlage achten sollten:

- notwendig ist die brandschutzgerechte Planung, Errichtung und Instandhaltung der PV-Anlage
- es dürfen nur Komponenten mit den entsprechenden Zulassungen nach DIN 61730 verbaut werden.
- Die Kombination von Steckern unterschiedlicher Hersteller kann zu Problemen führen, auch wenn sie als „kompatibel“ bezeichnet werden.
- Unterirdisch verlegte Kabel müssen doppelt isoliert und besonders witterungsbeständig sein.
- Kabel dürfen nicht auf dem Dach aufliegen, sondern hochgebunden sein (Wasser, Durchscheuern). Am besten ist es, wenn sie in Kabelkanälen verlegt sind.
- Die Plus- und Minus-Leitung sollte möglichst getrennt in Kabelkanälen verlegt werden.
- Die Kabel sollten mindestens 4 mm², besser 6 mm² im Querschnitt haben. Das Kabelmaterial muss für Außenanwendung tauglich sein (d.h. UV-beständig, erweiterter Temperaturbereich bis ca. 80° C).
- Die PV-Anlage muss geerdet sein.
- Wenn eine Blitzschutzanlage vorhanden ist, muss die PV-Anlage dort eingebunden werden.

Sicherheitseinrichtung zum Freischalten

Wechselstromseite: Auf der Wechselstromseite ist im Wechselrichter oder im Netzanschlusskasten ein Schalter vorhanden, mit dem die Anlage vom Netz genommen werden kann. Dies ist bspw. bei Arbeiten an der PV-Anlage oder bei einer Notsituation der Fall.

Gleichstromseite: Auf der Gleichstromseite entstehen Spannungen bis zu 1 000 V und Ströme mit 10 A (bei einer 10 kW_p Anlage). Wenn die Sonne scheint, kann der Stromkreis nicht einfach unterbrochen werden, da sich ein Lichtbogen bilden kann. Bevor der Stromkreis auf der Gleichstromseite geöffnet wird, sollte vorher immer der Wechselrichter auf der Wechselstromseite vom Netz genommen werden.

Wenn dann auf der Gleichstromseite der Stromkreis geöffnet wird, fließt zwar kein Strom mehr, die Spannung, die durch die PV-Module erzeugt wird, bleibt jedoch bestehen.

Überspannungsschutz

Der Überspannungsschutz für Photovoltaikanlagen wurde ab 14.12.2018 zur Pflicht.

Die Schutzgeräte, die meistens im Zählerschrank installiert werden, sorgen dafür, dass die Komponenten der Solaranlage bei einem Blitzeinschlag in der näheren Umgebung keinen Schaden durch Überspannung nehmen.

Die Kosten für diese Schutzeinrichtung belaufen sich auf ca. 500 bis 600 €.

PV-NOTSTROM-BETRIEB BZW. PV-INSEL-BETRIEB

Normale netzgekoppelte PV-Anlagen können nicht zur Notstromversorgung verwendet werden, da sie bei einem Stromausfall aus Sicherheitsgründen sofort abschalten, d. h. keinen Strom mehr liefern.

Eine PV-Anlage mit Batteriespeicher kann aber bei einem Stromausfall dazu genutzt werden, die wichtigsten Verbraucher im Haus mit Strom zu versorgen, z. B. Licht, Radio, Fernsehen, Ladegerät für das Handy, Tiefkühltruhe und ggf. auch die Heizung.

Größere Verbraucher (z. B. Elektroherd, Wärmepumpe) können nicht oder nur kurz damit betrieben werden.

Nicht jede PV-Anlage mit Batteriespeicher kann aber den Notstrombetrieb durchführen. Es ist also bei der Anschaffung darauf zu achten, dass ein Notstrombetrieb möglich ist. Der Wechselrichter in Zusammenarbeit mit dem Batteriespeicher muss in der Lage sein, einen Inselbetrieb aufzubauen.

Auf jeden Fall sollte man sich ein Konzept zur Versorgung bei Netzausfall überlegen.

Überlegen Sie, welche Verbraucher im Notstrombetrieb betrieben werden sollen. Davon abhängig ist die Dauerleistung bzw. die Kapazität des Batteriespeichers zu wählen. Für die Verbraucher, die im Notstrombetrieb mit Strom versorgt werden sollen, brauchen Sie ein Verschaltungskonzept, sodass wirklich nur diese Verbraucher Strom bekommen. Hierbei ist darauf zu achten, ob es ein einphasiges oder ein dreiphasiges System sein soll.

Im einfachsten Fall sind einige 230 Volt-Steckdosen am Batteriespeicher verfügbar. Im Notfall können Sie dann die wichtigsten Geräte über ein Verlängerungskabel anschließen.

Alternativ lassen sich die wichtigsten Geräte so verschalten, dass im Notfall nur diese Strom beziehen können. Das bedeutet allerdings teilweise ein getrenntes Stromnetz für diese Verbraucher. Die Planung und Umsetzung sollte über einen Fachmann erfolgen.

In diesem Beispiel für eine Notstromsituation wird davon ausgegangen, dass nur die wichtigsten Geräte an die PV-Anlage mit Batteriespeicher angeschlossen werden.

	mittlere Leistung (kW)	Anzahl	Stromverbrauch pro Stunde (kWh)	Nutzungszeit pro Tag bei Stromausfall	Stromverbrauch pro Tag (kWh)
LED Beleuchtung, 5 Lampen à 10 W	0,01	5	0,05	6	0,3
Gefrierschrank	0,1	1	0,02	24	0,48
Heizungsanlage, z. B. Erdgas, 2 Heizpumpen und Steuerung	0,1	1	0,1	24	2,4
Fernseher	0,06	1	0,06	4	0,24
Laptop, WLAN-Router	0,06	1	0,06	4	0,24
					3,66

Wie dieses Beispiel zeigt, würden diese Verbraucher rund 3,7 kWh pro Tag an Strom verbrauchen. Wenn tagsüber häufiger die Sonne scheint, kann z. B. eine PV-Anlage mit 6 kW_p genug Strom liefern, um diese Geräte mehrere Tage betreiben zu können.

Ist der Himmel allerdings bedeckt oder die PV-Module unter einer dicken Schneedecke verborgen, ist die Kapazität bzw. Größe des Batteriespeichers entscheidend.

Bei einem Batteriespeicher mit einer nutzbaren Kapazität von 4 kWh wäre dieser bereits nach ca. einem Tag leer. Bei einem Speicher mit 8 kWh wäre die Batterie nach zwei Tagen leer. Eine typische PV-Anlage (z. B. 6 kW_p) mit Batteriespeicher (z. B. 6 kWh) kann länger andauernde Stromausfälle nur bei Sonnenschein tagsüber überbrücken.

Sollte der Strom mehrere Tage lang ausfallen und die Sonne nicht ausreichend scheinen, um den Batteriespeicher zu laden, ist ein mit Holz betriebener Ofen hilfreich. Zum Kochen können Sie auch einen Campingkocher mit Gasflasche verwenden.

Eine PV-Anlage mit Speicher reicht aber zumindest für die wichtigsten Verbraucher in der Notsituation.

Die deutlich höheren Kosten sollten allerdings gegen die äußerst selten vorkommenden Stromausfälle in Deutschland abgewogen werden.

WICHTIGE HINWEISE ZUM BERICHT DER BÜRGER-SOLAR-BERATUNG

Die Ergebnisse beruhen auf Ihren Angaben und einigen Annahmen, z. B. zur Strompreisentwicklung. Darauf basierend hat Ihr Berater eine sorgfältige Planung und Berechnung durchgeführt, sodass realistische Ertragswerte ermittelt wurden.

Da aber nicht vorhergesehen werden kann, wie sich die Werte über den langen Zeitraum von 20 Jahren verändern, können sich andere Ergebnisse hinsichtlich der Erträge und der Rendite ergeben. Auch kann ein Defekt an der Anlage zusätzliche Kosten verursachen.

Der Bericht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und dient lediglich als Anstoß, sich weiter zu informieren. Für die Richtigkeit der Berechnungen und Beschreibungen kann keine Gewähr übernommen werden.

SONSTIGE INFORMATIONEN

Für die Entscheidung zu einer PV-Anlage (mit oder ohne Speicher) sind auch folgende Hinweise wichtig:

- Falls Sie noch nicht Mitglied des Vereins Energiewende ER(H)langen e. V. sind, unsere Arbeit aber unterstützen wollen, würden wir uns über Ihre Mitgliedschaft sehr freuen. Für Privatpersonen liegt der reguläre Mitgliedsbeitrag bei nur 24 € pro Jahr. Das Antragsformular und weitere Informationen finden Sie unter: <http://www.energiewende-erlangen.de/verein/unsere-mitglieder/>
- Falls Sie zudem selbst Interesse an einer aktiven Mitarbeit in unserem Verein haben, sind Sie ebenfalls herzlich eingeladen. Zum Kennenlernen sind unsere regelmäßigen offenen Monatstreffen jeweils am 2. Donnerstag im Monat im Lesecafe „Anständig Essen“ in der Altstadtmarktpassage in Erlangen gut geeignet.
- Schauen Sie gerne mal vorbei!
- Über unsere Aktivitäten berichten wir zudem per kostenlosem Newsletter, den Sie auf unserer Homepage abonnieren können: www.energiewende-ERHlangen.de
- Der Verein freut sich über eine Spende, die für den Aufwand und für die Vereinsarbeit verwendet wird.
- Spenden können sie in bar an den Berater (gegen Bescheinigung) oder auf folgendes Konto:

Empfänger: Energiewende ER(H)langen e.V.

IBAN: DE79 7635 0000 0060 0655 35

BIC: BYLADEM1ERH

Bank: Stadt- und Kreissparkasse Erlangen Höchststadt Herzogenaurach

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN IM INTERNET

Informationen des Landkreises Erlangen-Höchstadt (mit vielen weiteren Links zur Solarenergie (PV und Thermie):

<https://www.erlangen-hoechstadt.de/leben-in-erh/energie-klima/solarstrom-solarwaerme/>

Kostenlose bzw. sehr günstige Energieberatungsangebote des Landkreises in Kooperation mit dem VerbraucherService Bayern(VSB); bei Wärmepumpen-PV-Wärmeversorgungssystemen sollte die Gebäudehülle bei Bedarf mit betrachtet werden:

<https://www.erlangen-hoechstadt.de/klimaschutz-energie/>

Stromsparberatung des Landkreises Erlangen-Höchstadt und des Vereins Energiewende ER(H)langen:

<https://www.erlangen-hoechstadt.de/stromsparberatung/>

Ausführliche Informationen zur Photovoltaik:

<https://www.photovoltaik.org>

Leitfaden „Kombination von Wärmepumpen und Photovoltaik“ der Energieagentur NRW:

https://www.energieagentur.nrw/geothermie/leitfaden_kombination_von_waermepumpen_und_photovoltaik

Artikel der Stiftung Warentest:

<https://www.test.de/Solaranlage-Gute-Renditen-sind-moeglich-und-so-gehts-5250676-0/>

HINWEISE ZUR STEUER

Wird der erzeugte Strom an einen Netzbetreiber verkauft, liegt aus steuerlicher Sicht eine unternehmerische/gewerbliche Tätigkeit vor.

Umsatzsteuer

Umsätze aus dem Betrieb der PV-Anlage unterliegen grundsätzlich der Umsatzsteuerpflicht. Als sogenannter Kleinunternehmer müssen Sie keine Umsatzsteuer abführen.

Bei Anwendung der Kleinunternehmerregelung kann allerdings keine Vorsteuer aus den Eingangsrechnungen (z. B. für den Erwerb der PV-Anlage) vom Finanzamt erstattet werden, d. h. der Anlagenbetreiber verzichtet auf diese Beträge.

Kleinunternehmerregelung → geringerer Aufwand, keine Erstattung der Vorsteuer, keine Abführung der Umsatzsteuer auf eigenverbrauchten Strom.

Regelbesteuerung → höherer Aufwand (Umsatzsteuer-Voranmeldungen, Umsatzsteuerjahreserklärungen), Erstattung der Vorsteuer

Wenn Sie die Regelbesteuerung wählen, können Sie erst nach mindestens 5 Jahren (mit Wirkung vom Beginn eines Kalenderjahres) zur Kleinunternehmerregelung wechseln.

Ertrags- bzw. Einkommensteuer

Der Gewinn oder Verlust durch den Betrieb der PV-Anlage gehört zu den Einkünften aus Gewerbebetrieb und ist in der Einkommensteuer anzugeben. Auch der für den eigenen Haushalt entnommene Strom (Eigenverbrauch) ist wie eine fiktive Betriebseinnahme zu versteuern.

Dies gilt allerdings nur, wenn die über Anlage über 20 Jahre betrachtet einen Gewinn erwirtschaftet. Durch eine negative Gewinnerzielungsprognose wird der Anlagenbetrieb zur „Liebhaberei“ und die Ertragssteuer entfällt.

Die Höhe der Einkommensteuer richtet sich nach Ihren persönlichen Verhältnissen.

Bei steuerlichen Fragen zur PV-Anlage wenden Sie sich an einen Steuerberater.

Weitere Infos finden sie auch unter:

https://www.erlangen-hoechstadt.de/media/4734/einseiter_pv-steuern-finanzamt.pdf

https://www.finanzamt.bayern.de/Informationen/Steuerinfos/Weitere_Themen/Photovoltaikanlagen/default.php?f=LfSt&c=n&d=x&t=x

CHECKLISTEN FÜR DAS EINHOLEN UND BEURTEILEN VON ANGEBOTEN

Der Ergebnisbericht sollte Sie in die Lage versetzen, gezielt Angebote anzufragen, die Ihren Vorstellungen hinsichtlich der PV-Anlage entsprechen. Zusätzlich finden Sie nachfolgend zwei Checklisten, die es Ihnen erleichtern soll, Angebote einzuholen und zu beurteilen.

Die erste Checkliste fasst die wichtigsten Anforderungen zusammen, sodass sie diese dem Solarfachberater übergeben können.

Vorgaben hinsichtlich Ausstattung und Ausführung von PV-Anlage und Speicher	
Größe bzw. Nennleistung der PV-Anlage	kW_p
Vorgaben hinsichtlich der Leistungsstufe der Module (Standardmodule, Hochleistungsmodule)	$\text{Watt}_p / \text{W}_p$
Vorgaben hinsichtlich Technik oder Aussehen der PV-Module (Mono-Kristallin, Poly-Kristalline, Dünnschichtmodule Glas-Glas-Module, Rahmenlose Module, „Schwarze“ Module)	
Spezielle Vorgaben (z. B. Hersteller der Module)	
Vorgaben hinsichtlich Verkabelung und Ort der Installation des Wechselrichters und Zählers	
Bei Verschattungen: Power Optimizer gewünscht ja/nein	
Batteriespeicher gewünscht ja/nein	
Nutzbare Speicherkapazität des Batteriespeichers	kWh
Energiemanagementsystem gewünscht ja/nein	

Folgende Checkliste kann verwendet werden, um ein erhaltenes Angebot zu beurteilen.

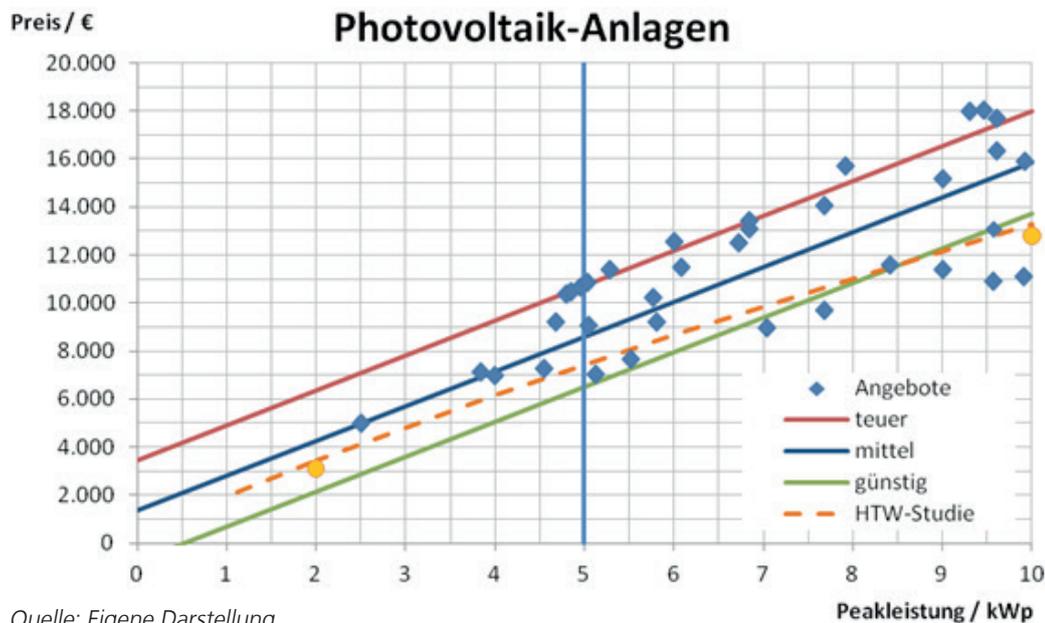
Checkliste zu Inhalt/Umfang des Angebots	Enthalten und ausreichend spezifiziert (ja/nein)
Beschreibung der Anlagenkomponenten	
Angaben zu Wirkungsgrad, Nennleistung, Leistungstoleranz und Temperaturkoeffizient der PV-Module	
Leistungsgarantie (25 Jahre linear) mit Angabe des Leistungsabfalls pro Jahr	
Anlagenschema, Plan mit Modulbelegung, Verschaltung der Module mit dem Wechselrichter	
Europäischer Wirkungsgrad des Wechselrichters	
Angaben zu Montage- und Befestigungssystem, Kabel und Stecker	
Angaben zu den Hauptkomponenten (Anzahl, Hersteller, Typ, technische Daten) inkl. techn. Datenblatt mit Hinweis auf Zertifizierung nach DIN IEC 61215 (für kristalline Module)	
und DIN 61730 Schutzklasse.	
Lieferung, Montage, und Anschluss aller Komponenten inkl. Leitungen und Elektromaterial	
Ggf. Lieferung und Installation eines Zählerschranks	
Ggf. Stellung eines Gerüsts und Sicherungseinrichtungen (Absturzsicherungen)	
Netzanschluss und Inbetriebnahme mit Protokoll und Systemdokumentation	
Ertragsprognose, Wirtschaftlichkeitsberechnung	
Angaben hinsichtlich Verschattung	
Monitoring System (Ertragsdatenüberwachung)	
Beantragung des Netzanschlusses beim zuständigen Netzbetreiber	
Hinweis auf Zahlungsbedingungen	
Termine und Dauer der Arbeiten	
Konditionen und Haftungsausschlüsse	
Angaben zur Anlagensicherheit (Überspannungsschutz, Erdung)	
Produkt - oder Herstellergarantie (mindestens 10 Jahre)	
Batteriespeicher: Angaben zu Garantie und Lebensdauer	
(Lebensdauer in Jahren und/oder Mindestanzahl an Vollzyklen der Be- und Entladung).	
Empfehlenswert: Garantie mindestens 10 Jahre	
Angaben zum Stromverbrauch des Speichers (Ladeelektronik etc.)	

ANHANG: PREISE FÜR PV-ANLAGEN UND BATTERIESPEICHER

Die dargestellten Kosten wurden aus uns bekannten Angeboten regionaler Anbieter entnommen. Die Preisangaben sind ohne Mehrwertsteuer angegeben (Stand April 2019).

Zudem dienen die Ergebnisse der Studie „Sinnvolle Dimensionierung von Photovoltaikanlagen für Prosumer“ der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin als Preisreferenz.

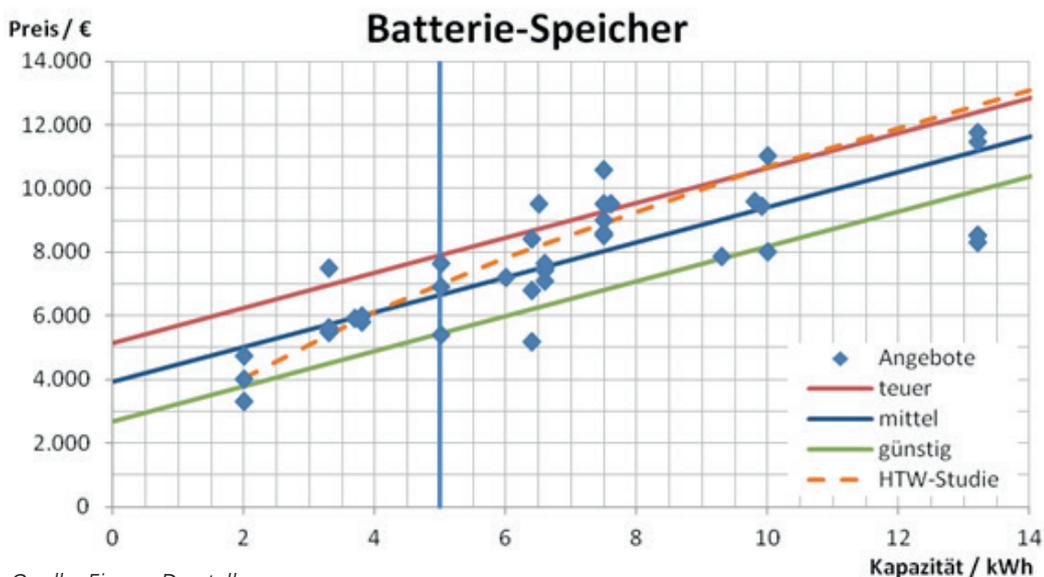
Preise von PV-Anlagen (inkl. Installation)



Quelle: Eigene Darstellung

Beispiel: Bei einer Peak-Leistung von 5 kW_p liegt der Preis für die PV-Anlage zwischen 6.500 € und 10.800 € bei einem Mittelwert von 8.650 €.

Preise von Batteriespeichern (inkl. Installation)



Quelle: Eigene Darstellung

Beispiel: Bei einer Kapazität von 5 kWh liegt der Preis für den Batteriespeicher zwischen 5.400 € und 7.950 € bei einem Mittelwert von 6.675 €.

Landratsamt
Erlangen-Höchstadt
Klimaschutzbeauftragter
Simon Rebitzer
Nägelsbachstraße 1
91052 Erlangen
Telefon: 09131 803-1274
Telefax: 09131 803-491274

simon.rebitzer@erlangen-hoechstadt.de
www.erlangen-hoechstadt.de

Foto Deckblatt: © Simeleus - stock.adobe.com